

Fission fragment angular distributions for $^{19}\text{F}+^{232}\text{Th}$ near the coulomb barrier

著者	Fujiwara Hideaki
内容記述	Thesis--University of Tsukuba, D.Sc.(A), no. 811, 1991. 2. 28
発行年	1991
URL	http://hdl.handle.net/2241/5033

氏 名(本 籍)	藤 原 英 明 (岡 山 県)
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	博 甲 第 811 号
学位授与年月日	平成 3 年 2 月 28 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	物 理 学 研 究 科
学位論文題目	FISSION FRAGMENT ANGULAR DISTRIBUTIONS FOR $^{19}\text{F} + ^{232}\text{Th}$ NEAR THE COULOMBE BARRIER (クーロン障壁近傍における $^{19}\text{F} + ^{232}\text{Th}$ 核分裂片の角分布)
主 査	筑波大学教授 理学博士 山 内 幹 雄
副 査	筑波大学助教授 理学博士 李 相 茂
副 査	筑波大学助教授 理学博士 青 木 保 夫
副 査	筑波大学教授 理学博士 丸 森 壽 夫

論 文 の 要 旨

原子核分裂はそれが発見されて以来、既に半世紀が過ぎたが、液滴モデルはその定量性から言って他のモデルを抜きんでており、数々の成功を修めてきた。

しかし、近年重イオンによるアクチナイド標的核との核分裂反応角分布は、液滴モデルの予測値よりもはるかに大きな Anisotropy (非等方性) を実験的に示し問題となった。殊に $^{19}\text{F} + ^{232}\text{Th}$ 系などではクーロン障壁近傍で異常に大きな Anisotropy を示し、既存のモデルでは説明できない重要な問題を提起した。

この物理的原因としては 3 つの事が論文では考えられた。

- (1) 複合核を経由しない直接反応による核分裂が大きな寄与をしている。
- (2) 複合核の角運量 J の分布が広く、 $\langle J^2 \rangle$ が非常に大きい。
- (3) 液滴モデルによる角分布を決める Saddle point 上の K_0^2 の決め方に問題がある。

(1)～(3)の可能性を調べる為、著者は次のような実験と解析を遂行した。

1) 直接反応による核分裂の寄与

筑波大タンデム加速器と Time of Flight 散乱槽を用いて、 $^{19}\text{F} + ^{232}\text{Th}$ 系に対し重心系のエネルギーで 83MeV から 101.6MeV まで核分裂片の角分布を測定した。そして、直接反応による核分裂の寄与を定量的に抽出する目的で直接反応と核分裂片との同時測定、及び 2 つの核分裂片の速度ベクトルが張る実験室系の角度 Folding Angle の分布を測定した。

これより得た結論は、直接反応による核分裂の寄与は 10% 程度であり、異常に大きい角分布の

Anisotropy は殆どすべて複合核の状態に起因するというものである。

2) 複合核の角運動量分布

液滴モデルによる核分裂反応角分布の Anisotropy に対する近似式は、

$$\frac{W(0^\circ \text{ or } 180^\circ)}{W(90^\circ)} \sim 1 + \frac{\langle J^2 \rangle}{4K_0^2}$$

で与えられ、ここで $K_0^2 = J_{\text{eff}} \cdot T / \hbar^2$ であり、 T は Saddle Point 上の温度、

$$\frac{1}{J_{\text{eff}}} = \frac{1}{J_{\parallel}} - \frac{1}{J_{\perp}} \quad \text{は Saddle Point 上の effective moment of inertia}$$

である。

著者はこの問題を調べるにあたり、

a) 複合核のスピン分布を角融合-核分裂反応断面積の励起関数からもとめた。

その結果、大きな角運動量分布 $\langle J^2 \rangle$ は導入する必要がなかった。

b) クーロン障壁よりも 10 MeV 上で角分布を再現するように実験値から K_0^2 を決めた。

このようにしてクーロン障壁の 10 MeV 上から 8 MeV 下まで約 10% 程度の誤差で角分布は滴液モデルの表現式でうまく表現された。

注目すべきは、実験から求めた K_0^2 の値は滴液モデルの約半分であり、それは Scission point の値にほぼ等しい。

c) K_0^2 の問題点

以上 a), b) の結論より推論して、核分裂の角分布は Scission point で決まるという観点に立てば、現象は極めて無理なく説明できることが分かった。

更に著者は、Scission Point Model を用いた $S_0^2 = (K_0^2)_{\text{exp}}$ を用い、これとチャンネルスピンの関係 $\langle S \rangle$ を使って、

$$(K_0^2)_{\text{exp}} = S_0^2 = 2\pi \langle S \rangle^2 / 16$$

角分布によりチャンネルスピン $\langle S \rangle$ を評価してみた。

更にこれと γ 線より求めた多重度からの $\langle S \rangle$ を比較すると良い一致が得られることを示した。

こうして、Scission Point Model の妥当性を証明した。

審 査 の 要 旨

この研究は重イオン核分裂反応の角分布が Saddle Point で決まるか、Scission Point で決まるかという中心的課題に正面から取り組み、世界の常識に反して従来の液滴モデルの限界性を定量的に示し、Scission Point Model の妥当性を説得力をもって提唱した。

核分裂角分布の非等方性の異常な高まりについて、(1) 直接反応核分裂の寄与が小さいことを実験的に示し、(2) 複合核の高いスピンによらないことを解析的に示しつつ、(3) Scission Point Model で無理なく実験データを再現できること、更に γ 線多重度の測定より求めたチャンネルスピンと角分布

より求めたそれが良く一致する驚くべき良い結果を示した。

この研究は、この分野で世界の一線の水準に達しており、その新しい物理的解釈はインパクトを与えるであろう。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。